

# Pengaruh Panjang Penyaluran Sambungan Terhadap Kekuatan Balok Beton Pracetak Tulangan Bambu

## The Effect of Length Development of Connection to The Strength of Bamboo Reinforced Concrete Precast Beam

Nanang Gunawan Wariyatno<sup>1</sup>, Yanuar Haryanto<sup>2</sup>, Gathot Heri Sudibyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>nanang\_g@yahoo.com

<sup>2</sup>yanuar\_haryanto@yahoo.com

<sup>3</sup>gathot\_hs2003@yahoo.com

<sup>1,2,3</sup>Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

**Abstrak**—Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang penyaluran sambungan terhadap kekuatan balok beton pracetak tulangan bambu. Kajian dilakukan terhadap 6 tipe benda uji, masing-masing balok tulangan baja, balok tulangan bambu, balok pracetak penyaluran 5 cm, balok pracetak penyaluran 7 cm, balok pracetak penyaluran 9 cm, dan balok pracetak penyaluran 9 cm tanpa diangkur. Benda uji memiliki dimensi 120 mm x 150 mm x 600 mm dengan masing-masing tipe dibuat sejumlah 3 buah, dan pengujian dilakukan dengan pembebanan dua titik. Hasil kajian memperlihatkan bahwa kekuatan balok tulangan bambu memiliki rasio 0,53 terhadap kekuatan balok tulangan baja. Panjang penyaluran sambungan yang menghasilkan kekuatan tertinggi pada balok pracetak adalah 7 cm dengan rasio 0,21. Pengangkuran menghasilkan peningkatan kekuatan sebesar 47,20% pada balok pracetak dengan panjang penyaluran sambungan 9 cm. Keruntuhan balok pracetak terjadi pada sambungan.

**Kata kunci**— balok pracetak, kekuatan, panjang penyaluran, sambungan, tulangan bambu

**Abstract**—This study aims to determine the effect of length development of connection to the strength of bamboo reinforced concrete precast beam. The study was conducted on six types of specimens, steel reinforced beam, bamboo reinforced beam, precast beam with 5 cm length development, precast beam with 7 cm length development, precast beam with 9 cm length development, and non-anchored precast beam with 9 cm length development. The specimen has dimensions of 120 mm x 150 mm x 600 mm with each type was made a number of 3 pieces, and the experiment was conducted by two points loading. The study results showed that the strength of bamboo reinforced beam has a ratio of 0.53 to the strength of steel reinforced beam. The length development of connection that produces the highest strength on the precast beam is 7 cm with a ratio of 0.21. Anchorage resulted in an increase of 47.20% on the strength of precast beam with 9 cm length development. Precast beams collapse occurred on the connection.

**Keyword**—precast beam, strength, length development, connection, bamboo reinforcement

### PENDAHULUAN

Permasalahan pada konstruksi beton antara lain adalah waktu pelaksanaan yang cukup lama serta biaya konstruksi yang terus meningkat. Permasalahan ini mendorong berkembangnya teknologi beton pracetak. Sianturi (2012) menyatakan bahwa sistem struktur beton pracetak merupakan salah satu alternatif teknologi dalam perkembangan konstruksi di Indonesia yang bisa dilakukan dengan lebih terkontrol, lebih ekonomis, serta mendukung efisiensi waktu, efisiensi energi, dan mendukung pelestarian lingkungan. Sistem tersebut cocok digunakan pada bangunan modular, seperti rumah susun, asrama, rumah toko, ataupun kantor. Perkembangan teknologi tersebut

masih sangat terbuka dengan membuat berbagai variasi sistem struktur dan penyempurnaan dari sistem struktur yang telah ada. Balok pracetak memiliki kelebihan dibandingkan dengan balok konvensional diantaranya pengendalian mutu, waktu pelaksanaan yang lebih singkat, biaya yang lebih ekonomis, dan pengaruh cuaca dapat diminimalkan.

Di sisi lain, beton bertulang pada masa kini masih menjadi pilihan utama sebagai struktur penopang dari suatu bangunan. Meskipun bahan lain seperti kayu dan bambu masih digunakan sebagai penopang struktur pada bangunan sederhana, namun struktur beton bertulang lebih banyak digunakan karena memiliki keunggulan yaitu keawetan dan kekuatan. Namun demikian, ketersediaan bahan baku baja tulangan yang

semakin menipis menjadi alasan perlu adanya alternatif material pengganti baja tulangan dengan harga yang lebih murah dan jumlah yang melimpah. Kementerian ESDM (2013) dalam laporannya mengemukakan, Lester Brown dari World Watch Institute telah memperkirakan bahwa bijih besi bisa habis dalam waktu 64 tahun, berdasarkan pada ekstrapolasi konservatif dari 2% pertumbuhan per tahun.

Phaturahman dan Kusuma (2003) mengatakan bambu memiliki peluang sebagai tulangan balok beton khususnya untuk struktur sederhana. Bambu adalah tanaman yang termasuk ordo Graminae, familia Bambuseae, suatu familia Bamboidae. Bambu merupakan tanaman yang banyak tumbuh di daerah pedesaan di Indonesia. Di dunia terdapat sekitar 37 juta hektar lahan bambu yang setara satu persen luasan hutan dunia, lima persen diantaranya terdapat di Indonesia. Pertumbuhan bambu cukup cepat yakni dapat dipanen setelah 3-5 tahun penanaman. Janssen (1987) berpendapat bahwa kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200-300 MPa, beberapa jenis bambu melampaui kuat tarik baja mutu sedang. Sedangkan menurut Morisco (1999), bambu mempunyai kuat tarik cukup tinggi, yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm. Pada kajian ini akan ditinjau pengaruh panjang penyaluran sambungan terhadap kekuatan balok beton pracetak tulangan bambu.

Lopez (1996) telah memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton dengan cara mengambil bagian kulit dengan ketebalan 30% dari tebal total. Pengambilan bagian kulit ini dengan pertimbangan bahwa bagian tersebut relatif padat sehingga sifat higroskopisnya rendah dan tidak memerlukan lapisan kedap air. Karena hampir tidak menyerap air, maka kembang susutnya juga sangatlah kecil. Dewi dkk (2012), dalam kajiannya tentang penggunaan bambu sebagai tulangan pada sloof pracetak, menyimpulkan bahwa variasi diameter dowel dan panjang penyaluran tulangan penyambung tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hubungan beban-lendutan dan pola keruntuhan yang terjadi. Regangan pada tulangan penyambung sloof mengalami penurunan setelah terjadi retak pada sloof, sedangkan regangan pada tulangan penyambung kolom terus meningkat, hal ini dikarenakan setelah sloof mengalami retak, beban masih terus bekerja pada kolom sampai mencapai beban maksimum.

Wibowo dkk (2012) memodelkan sambungan kering dengan angkur dan plat baja pada sistem balok pracetak berdimensi 15 cm x 15 cm dan 15 cm x 20 cm dengan panjang 150 cm untuk mengetahui perilaku struktur balok tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan beban dua titik dengan jarak 1/3 bentang balok. Beban akan diberikan terus menerus hingga balok maupun sambungan mengalami kelelahan. Hasil yang diperoleh menyebutkan bahwa balok 15 cm x 15 cm mengalami kegagalan pada beton bertulang terlebih dahulu, sedangkan sambungan pracetak belum

mengalami kegagalan dengan pola retak yang terjadi dikarenakan lentur dan geser yang terjadi diluar sambungan. Balok 15 cm x 20 cm mengalami kegagalan sambungan las pada tulangan, sehingga terjadi degradasi kekakuan dan kekuatan yang besar dengan pola retak pada beban awal sangat baik, namun setelah beban 9,1 ton, retak mulai menyerang titik terlemah beton bertulang.

## METODE

### A. Bahan dan Alat

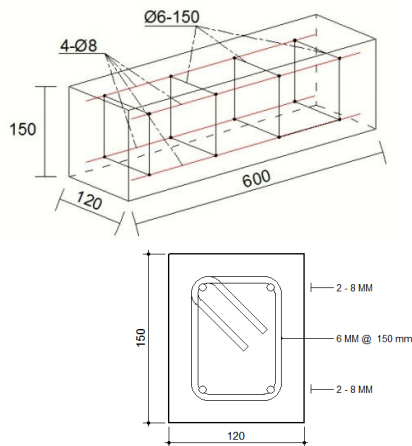
Bahan utama yang digunakan dalam kajian ini adalah bahan penyusun beton seperti agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Serta tulangan baja dengan diameter 8 mm dengan mutu  $f_y$  230 MPa, tulangan baja diameter 6 mm sebagai sengkang, serta tulangan bamboo menggunakan jenis bambu apus diameter 10 mm. Peralatan yang digunakan antara lain alat-alat pertukangan seperti gergaji, golok, dan catut. Peralatan lainnya meliputi molen, *compression testing machine*, alat bor beton dan *universal testing machine*.

### B. Benda Uji

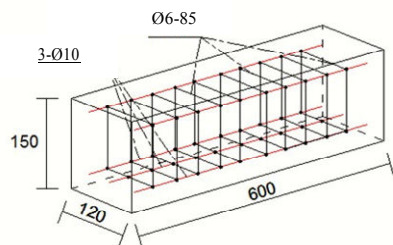
Terdapat 4 tipe benda uji pada kajian ini, dengan jumlah total 18 buah yang terdiri dari benda uji balok bertulangan baja, balok bertulangan bambu, balok pracetak dengan perkuatan angkur, dan balok pracetak tanpa diberi perkuatan angkur. Panjang benda uji adalah 600 mm dimana balok bertulangan baja dibuat dengan konfigurasi tulangan utama 4-Ø8 mm dan sengkang Ø6-150. Balok bertulangan bambu memiliki konfigurasi tulangan utama 5-Ø10 mm dan sengkang Ø6-85. Balok pracetak bertulangan bambu perkuatan angkur dibuat dengan variasi panjang penyaluran sambungan 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Sedangkan untuk balok pracetak bertulangan bambu tanpa angkur memiliki panjang penyaluran 9 cm. Lebih detail keseluruhan benda uji disajikan pada Tabel 1 sedangkan penampang benda uji dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Detail benda uji

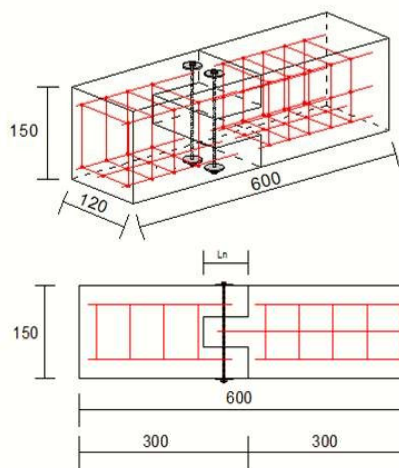
KODE	b (mm)	h (mm)	Tul. Utama		Panjang Penyaluran Sambungan
			Atas	Bawah	
BK	120	150	2-Ø8	2-Ø8	-
BB	120	150	2-Ø10	3-Ø10	-
BP5	120	150	2-Ø10	3-Ø10	5 cm
BP7	120	150	2-Ø10	3-Ø10	7 cm
BP9	120	150	2-Ø10	3-Ø10	9 cm
BP9T	120	150	2-Ø10	3-Ø10	9 cm



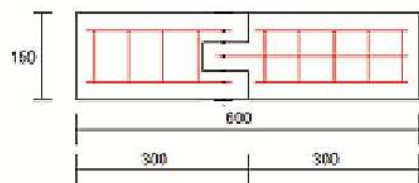
a. Balok bertulangan baja



b. Balok bertulangan bambu



c. Balok pracetak bertulangan bambu dengan angkur



d. Balok pracetak bertulangan bambu tanpa angkur

Gambar 1. Penampang benda uji

### C. Jenis Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode *third point loading* dimana beban diletakkan pada dua titik sepanjang sepertiga bentang untuk mendapatkan pengaruh lentur murni. Jenis pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jenis pengujian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder setelah mencapai umur 28 hari. Dari hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata kuat tekan beton yaitu beton mutu  $187,95 \text{ kg/cm}^3$ . Dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton rata-rata masih memenuhi kuat tekan beton yang direncanakan yaitu K-200. Nilai kuat tekan ini akan digunakan dalam analisis pada benda uji balok. Hasil pengujian kuat tekan beton disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuat tekan beton

Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Karakteristik ( $\text{kg/cm}^2$ )	Kuat Tekan Rata- Rata ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	17,5	210,84	187,95
2	15,4	185,54	
3	15,6	187,95	
4	15,5	186,67	
5	14,0	168,67	

#### KUAT TARIK BAJA DAN BAMBU

Pengujian kuat tarik baja dilakukan pada tulangan baja diameter 8 mm yang menghasilkan nilai tegangan leleh ( $f_y$ ) 230 MPa dan tegangan ultimit ( $f_u$ ) 316 MPa. Pengujian kuat tarik bambu dilakukan pada

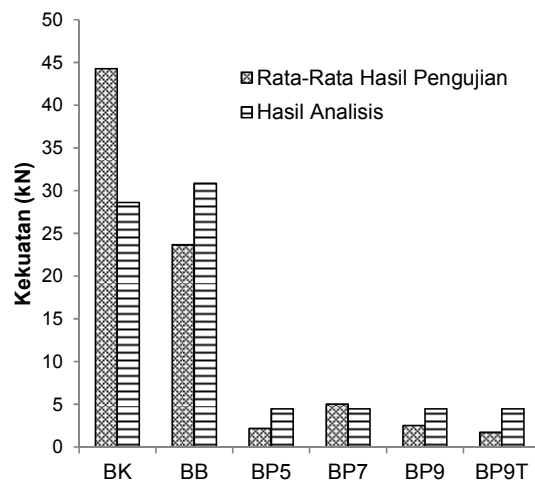
tulangan bambu jenis bambu apus dengan diameter 10 mm. Pengambilan spesimen bambu yang digunakan untuk pengujian adalah bambu pada bagian tengah dan bawah dengan tegangan leleh diambil sebesar 65% tegangan ultimit. Hasil pengujian kuat tarik bambu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kuat tarik bambu

Benda Uji	Tegangan Ultimit (MPa)	Tegangan Leleh (MPa)	Rata-Rata Tegangan Leleh (MPa)
1-T	134	87,10	86,875
2-T	147	95,55	
3-T	127	82,55	
1-B	138	89,70	
2-B	146	94,90	
3-B	110	71,50	

#### B. Kekuatan Balok

Dari pengujian yang telah dilakukan pada benda uji balok dapat diketahui kekuatannya yang juga dibandingkan dengan hasil analisis seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



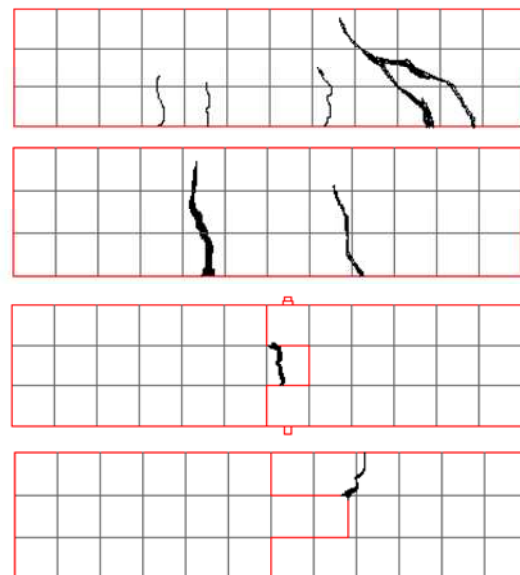
Gambar 3. Kekuatan balok

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa kekuatan balok bertulangan bambu (BB) memiliki rasio 0,53 terhadap kekuatan balok bertulangan baja (BK). Kekuatan balok bertulangan bambu (BB) hasil pengujian bernilai dibawah kapasitas hasil analisis sebesar 77%. Hal ini menunjukkan bahwa tulangan bambu memiliki potensi untuk dijadikan pengganti tulangan baja dengan

memperhatikan faktor reduksi yang sesuai. Rasio kekuatan balok pracetak dengan panjang penyaluran sambungan 5 cm (BP5) terhadap balok bertulangan tulangan bambu (BB) adalah 0,09. Peningkatan rasio ditunjukkan pada balok pracetak dengan panjang penyaluran sambungan 7 cm (BP7) dengan rasio 0,21, namun mengalami penurunan rasio pada balok pracetak dengan panjang penyaluran sambungan 9 cm (BP9) dengan rasio sebesar 0,11. Sedangkan untuk balok pracetak tanpa angkur (BP9T) memiliki rasio 0,07. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perkuatan dengan baut dapat meningkatkan kekuatan balok pracetak. Hal ini ditunjukkan dengan rasio pada balok BP9T adalah 0,07 dan menjadi 0,11 setelah diberi angkur yang menunjukkan adanya peningkatan kekuatan sebesar 47,20%. Kapasitas sambungan lidah belum dapat menghasilkan kekuatan setara dengan balok monolit, sehingga tulangan longitudinal pada balok praetak belum bekerja secara maksimal.

#### C. Tipe Keruntuhan

Tipe keruntuhan dapat diidentifikasi dari pola retak yang terjadi. Balok bertulangan baja mengalami keruntuhan geser sedangkan balok bertulangan bambu mengalami keruntuhan lentur. Keruntuhan pada balok pracetak terjadi pada sambungan lidah. Pola retak yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4 berturut-turut untuk balok bertulangan baja, balok bertulangan bambu, balok pracetak dengan angkur, dan balok pracetak tanpa angkur.



Gambar 3. Pola retak balok

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari keseluruhan kajian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kekuatan balok tulangan bambu memiliki rasio 0,53 terhadap kekuatan balok tulangan baja. Panjang penyaluran sambungan yang menghasilkan kekuatan tertinggi pada balok pracetak adalah 7 cm dengan rasio 0,21. Pengangkuran menghasilkan peningkatan kekuatan sebesar 47,20% pada balok pracetak dengan panjang penyaluran sambungan 9 cm. Keruntuhan balok pracetak terjadi pada sambungan. Sebagai saran, perlu dilakukan penelitian lain mengenai jenis sambungan yang paling efektif untuk digunakan pada balok pracetak tulangan bambu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendanai kajian ini melalui skim Riset Institusi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu, terutama para mahasiswa yang terlibat aktif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, I. C., Dewi, S. M. dan Soehardjono, A., 2012, Sloof Pracetak Dari Bambu Komposit, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 6 No. 1, Universitas Brawijaya, Malang.
- Janssen, J. J. A., 1987, *The Mechanical Properties of Bamboo*, pp 250-256, In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., *Recent Research on Bamboos*, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.
- Kementerian ESDM, 2013, *Kajian Supply Demand Mineral*, Jakarta, Indonesia.
- Lopez, O. H., 1996, *Manual De Construccion Con Bambu*, Universidad Nacional De Colombia, Bogota, Colombia.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Phaturahman, J. F. dan Kusuma, D. A., 2003, *Aplikasi Bambu Pilitan Sebagai Tulangan Balok Beton*, Dimensi Teknik Sipil Vol. 5 No. 1, pp 39-44.
- Sianturi, N. M., 2012, *Tinjauan Penggunaan Balok Pracetak Pada Pembangunan Gedung*. Jurnal Rancangan Sipil, Vol 1 No 1, Universitas Simalungun.
- Wibowo, L. S. B., Tavio, Soegihardjo, H., Wahyuni, E. dan Iranata, D., Studi Perilaku Sambungan Balok Pracetak Untuk Rumah Sederhana Tahan Gempa Akibat Beban Statik, Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil VII, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.